ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MERCREDI 16 AOUT 1944 (1).

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES MAURAIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice nécrologique sur CHARLES ACHARD, par M. **CHARLES MAURAIN**.

CHARLES ACHARD est né à Paris le 24 juillet 1860. Il commença ses études de médecine en 1877, fut externe des Hôpitaux en 1881, interne en 1882, médecin des Hôpitaux en 1893. Agrégé en 1895, il devint professeur de Pathologie générale à la Faculté de Médecine en 1910, Chaire qu'il échangea plus tard pour une Chaire de Clinique médicale. Il fut médecin de l'hôpital Tenon de 1897 à 1907, et passa ensuite à Necker, puis à Beaujon et à Cochin. L'Académie de Médecine l'avait élu le 9 mai 1911; en 1921, il en devint le Secrétaire Général; avant cette date, l'Académie de Médecine avait un Secrétaire Perpétuel; à ce moment ce poste fut supprimé, et le Secrétaire Perpétuel remplacé par un Secrétaire Général, élu pour 5 ans, et non réélígible; mais la haute estime et la sympathie dont jouissait Achard à l'Académie conduisirent bientôt à modifier cette disposition, et à rendre le Secrétaire Général rééligible : Achard y fut toujours réélu depuis. Il avait été élu à l'Académie des Sciences, dans la Section de Médecine et Chirurgie, le 18 mars 1929.

Clinicien de haute valeur, Achard considérait que la Clinique, qui est en quelque sorte une application de la Science médicale, peut et doit contribuer au progrès de cette Science, et lui-même a prouvé, en de nombreuses recherches, l'importance que peut prendre cette contribution; mais il jugeait aussi que les études cliniques doivent être liées au travail de laboratoire; dans toute son œuvre il a puisé ses arguments dans une expérimentation variée en même temps que dans l'observation, et il s'est illustré à la fois comme clinicien, biologiste, physiologiste et bactériologiste.

De son œuvre très considérable il n'est possible ici que de citer quelques exemples.

---

(1) En raison de l'interruption de service du Chemin de fer Métropolitain, la séance de l'Académie est ouverte à 16 heures 30 au lieu de 15 heures.

Achard a créé une méthode nouvelle pour l'exploration des fonctions du rein, dont les déficiences entraînent des maladies de formes diverses. Il injecte aux malades un colorant inoffensif, le bleu de méthylène, dont les conditions de l'élimination urinaire renseignent sur le fonctionnement rénal.

Par tout un ensemble de recherches, il a montré le rôle joué par le chlorure de sodium lorsque son élimination par le rein devient insuffisante; ce sel ne s'accumule pas alors dans le sang, mais passe dans les tissus, s'y emmagasine avec l'eau de dissolution, et produit ainsi l'infiltration œdémateuse. Ses travaux à ce sujet ont conduit au traitement rationnel de l'œdème.

Il a étudié les échanges chimiques qui se font entre le système sanguin et ce qu'il a appelé le *système lacunaire*, constitué par les cavités intercellulaires, les espaces conjonctifs et les cavités séreuses. Ces espaces contiennent un liquide dont la composition diffère de celle du sang et de celle de la lymphe, et le système lacunaire sert à la fois de réservoir et d'exutoire à de nombreux éléments en excès ou en défaut dans le sang, et, par des échanges réciproques, devient une sorte de régulateur de la composition du sang.

On doit à Achard l'importante découverte du microbe de la fièvre paratyphoïde. On ne distinguait pas auparavant cette affection de la fièvre typhoïde; Achard a montré l'existence d'une maladie cliniquement semblable à la typhoïde, mais déterminée par un agent pathogène indépendant qu'il a appelé *bacille paratyphique*. Cette conclusion, d'abord attaquée, fut bientôt confirmée et est maintenant universellement consacrée.

Je ne peux que rappeler, parmi beaucoup d'autres travaux d'Achard, ceux relatifs à l'insuffisance glycolytique, au diabète, à l'encéphalite léthargique, aux altérations des leucocytes, au rôle du colibacille dans les infections urinaires, aux échanges respiratoires consécutifs aux intoxications par les gaz. Ces derniers furent effectués au cours de la guerre de 1914-1918, pendant laquelle il présida la Commission de thérapeutique contre la guerre chimique et dirigea un hôpital de gazés.

Achard a beaucoup voyagé; dans ses Mémoires, qu'il a écrits octogénaire, il dit sa passion des voyages, et combien il fut heureux de s'y livrer quand le développement de sa carrière le permit. La plus grande partie de l'Ouvrage est consacrée à ses randonnées « à travers le vaste monde ». Nombre d'entre elles furent d'ailleurs motivées par des Congrès, par l'invitation d'Universités étrangères, et par des missions, en particulier celles dont il fut chargé dans la plupart de nos colonies; quand la guerre actuelle éclata, il était en Guyane, et son retour en France, qu'il ne voulut pas différer, fut assez mouvementé.

A la retraite depuis une dizaine d'années, Achard n'avait pas cessé son activité; il parle très joliment dans ses Mémoires de cette époque d'activité « libre et choisie ». « Les souvenirs » dit-il « y prennent plus d'éclat, ... le jugement se fortifie ..., la vie intérieure se développe, et nous cultivons avec

plus d'amour le jardin secret où se passe la meilleure part de notre existence spirituelle ».

Achard a terminé, par une vieillesse sereine et digne, une vie toute de travail et de dévouement à la Science et à l'Humanité souffrante.

OPTIQUE. — *Réfractométrie de précision.*
Note de MM. **Jacques Duclaux** et **Valmire Bricout**.

Les instruments les plus employés pour la mesure de l'indice de réfraction des solutions donnent la 4e décimale; quelques-uns donnent une approximation de 2 à 3 unités de la 5e décimale. Pour aller plus loin il faut avoir recours à l'interféromètre; mais les modèles courants d'interféromètre ne peuvent être utilisés qu'en lumière blanche et ne se prêtent pas aux mesures de dispersion. En fait il n'existe que bien peu de mesures ayant une précision réelle plus grande que quelques unités de la 5e décimale.

Les applications de la réfractométrie des solutions deviendraient bien plus nombreuses si l'on pouvait atteindre facilement, pour l'indice de réfraction et pour la dispersion, la 6e décimale, car bien des phénomènes ne deviennent mesurables avec une précision suffisante qu'à cette condition. Pour l'indice, les chiffres absolus ne sont pas nécessaires, et il suffit le plus souvent de connaître la différence entre l'indice de la solution et celui du solvant. La méthode doit être simple, rapide et ne doit pas exiger, comme l'interférométrie de précision, des appareils coûteux et délicats.

Nous avons constaté que les mesures différentielles à la 6e décimale, par la méthode ordinaire du prisme, ne comportaient aucune difficulté réelle.

L'appareil est un simple goniomètre construit par M. Bouty pour un travail tout différent, et très robuste. Le collimateur a 50^{cm} de foyer; la lunette, de 72^{cm} de foyer, permet des grossissements de 24 à 60. La solution est contenue dans un prisme de 60° en bronze. La fente habituelle est remplacée par une division micrométrique au 1/10 empruntée à un micromètre oculaire de microscope. Les visées se font avec un oculaire micrométrique; on pointe successivement 11 traits de la division micrométrique à l'aller et 11 au retour, ce qui donne en 10 minutes 22 mesures, dont on prend la moyenne.

L'emploi d'un thermostat est inutile : le goniomètre est dans une salle à température variable, sans qu'aucune mesure soit prise pour la régulariser. Le prisme suit les variations assez lentement pour que, en 10 minutes, sa température ne varie que de quelques centièmes de degré. Elle est mesurée avec un thermomètre à mercure ordinaire au 1/100. Les mesures sont réduites à une température uniforme, par exemple 20°, au moyen d'une courbe d'étalonnage. La pression barométrique doit être lue au millimètre.

La précision obtenue pourrait sans doute être doublée par quelques modifications actuellement irréalisables. Elle est maintenant d'environ une unité de la 6e décimale, comme le montrent les résultats suivants :

1° Nous avons mesuré l'indice de réfraction de l'eau pour la raie jaune de l'hélium par rapport à l'air ambiant à la pression 760^{mm}, pour 19 températures comprises entre 15° et 25°. Les mesures sont bien représentées par la formule à deux coefficients

$$n_t = n_{20} - 0,0000863(t - 20) - 0,000000207(t - 20)^2.$$

L'écart moyen des nombres calculés par cette formule et des nombres expérimentaux est 0,0000012. Si l'on admet que, à 20°, l'indice de réfraction de l'eau est 1,333000, la formule donne :

15°...	1,333380	18°...	1,333164	21°...	1,332912	24°...	1,332622
16 ...	1,333312	19 ...	1,333084	22 ...	1,332819	25 ...	1,332517
17 ...	1,333240	20 ...	1,333000	23 ...	1,332722		

Toutefois ces nombres ne sont exacts que pour l'échelle de température du thermomètre à mercure en verre dur, qui n'est pas très bien définie.

Deux autres séries de mesures sur l'eau ont donné des écarts moyens de 0,0000012 et 0,0000010.

2° La mesure de la dispersion dans le jaune et le vert (raies de He) n'a pas rencontré de difficultés. Quatre mesures réduites à 20° ont donné, comme dispersion entre 5875,6 et 5015,7,

0,0033273 0,0033250 0,0033236 0,033240,

dont l'écart moyen avec la moyenne 0,0033250 est 0,0000012. Ici encore nous ne considérons pas le chiffre que nous donnons comme tout à fait exact, car il dépend de la distance focale de la lunette, que nous ne connaissons pas avec une approximation relative supérieure à 1/500.

Dans un intervalle plus restreint de longueur d'onde, la précision obtenue est supérieure. Nous avons pu déterminer directement la dispersion de l'eau entre les deux raies jaunes du mercure 5769,6 et 5790,7. Quatre séries de mesures ont donné

0,00006866 0,00006866 0,00006819 0,00006893,

soit en moyenne 0,00006861 avec une erreur probable inférieure à 1/200, soit 3 ou 4 unités du 7e ordre. Cette précision de 1/200 est d'autant plus remarquable que l'eau est un liquide très peu dispersif et que la distance des deux raies jaunes du mercure n'est que 3,6 fois la distance de D_1 et D_2.

Pour le rouge et surtout pour le violet, le défaut d'achromatisme du collimateur et de la lunette diminue beaucoup la précision obtenue.

Au degré de précision que nous obtenons actuellement, la réfractométrie donne une méthode d'analyse très sensible. Ainsi la différence entre l'indice de réfraction de l'eau distillée bouillie et celui de l'eau du robinet, renfermant environ 0^g,35 de résidu sec au litre, est $0,0000592 \pm 0,0000007$, c'est-à-dire que la présence de 1/100000 de matière dissoute est perceptible. Une

solution d'alcool éthylique à 1/4500 en poids donne, bien que l'alcool soit à peine plus réfringent que l'eau (1,361 contre 1,333), une augmentation d'indice de 0,0000105. La tyrosine, considérée comme insoluble, augmente l'indice de l'eau de 0,000095. La variation de l'indice permet également de suivre la marche des réactions chimiques. Enfin la mesure des rapports de dispersion des diverses substances dissoutes, donnant des nombres variables de l'une à l'autre, permet de les reconnaître.

CORRESPONDANCE.

SPECTROSCOPIE ASTRONOMIQUE. — *La mesure des vitesses radiales avec un prisme objectif à champ normal.* Note de M. **Charles Fehrenbach**, présentée par M. Charles Fabry.

Depuis longtemps on a essayé de profiter de la grande luminosité et du champ étendu du prisme objectif pour la mesure des vitesses radiales. Mais les mesures absolues de longueurs d'onde paraissent impossibles. De nombreuses tentatives ont été faites pour échapper à cette difficulté. E. C. Pickering (¹) a proposé en 1896 la méthode suivante.

Avec un prisme objectif prenons un cliché d'un champ stellaire, tournons ensuite le prisme de 180° autour d'une normale au plan de symétrie qui contient l'arête du prisme. Repointons l'instrument et faisons une seconde pose sur le même champ stellaire. Chaque étoile donne ainsi deux spectres juxtaposés, dont l'un (spectre 1) a le violet à gauche, l'autre (spectre 2), le violet à droite.

Supposons que le retournement du spectre de l'étoile centrale se fasse autour d'une raie stellaire bien définie R ($H\gamma$ par exemple). Pour l'étoile centrale la distance R_1R_2 des deux images de la raie R est nulle. Soit une étoile très voisine de l'étoile centrale ayant une vitesse radiale différente, par exemple plus grande. La raie R aura une longueur d'onde plus grande et l'image R_1 est déplacée vers la droite, l'image R_2 vers la gauche. La distance R_1R_2 est proportionnelle à la différence de vitesse radiale entre les deux étoiles.

Malheureusement ce phénomène est compliqué par les propriétés optiques du prisme ordinaire. Soit une étoile éloignée de l'étoile centrale, mais ayant même vitesse radiale. Si la raie R subissait la même déviation que la raie R de l'étoile centrale (déviation minimum), elle se photographierait en R_0 pour les spectres 1 et 2. Mais, comme le minimum de déviation n'est plus réalisé pour cette étoile, elle est déplacée vers le violet dans chacun des spectres d'une petite quantité, qui est la distorsion de champ du prisme. La distance R_1R_2 due à la distorsion simule une vitesse radiale qui dépasse facilement 1000 km/sec. De plus l'un des spectres est légèrement dilaté, l'autre légèrement contracté.

(¹) *Harvard Circulars*, **13**, 1896; *Astronomische Nachrichten*, **142**, 1896, p. 105.

Toutes les tentatives de mesure de vitesses radiales par la méthode de retournement ont échoué à cause de l'importance de ces corrections, qu'il est pratiquement impossible de déterminer avec une précision suffisante.

En vue de la mesure des vitesses radiales par la méthode de retournement, nous avons étudié un prisme composé qui ne présente pas ces défauts. Il est constitué par un prisme en flint d'angle 2 A auquel sont accolés deux prismes en crown au baryum, d'angles A. L'ensemble a la forme d'un parallélépipède. Les deux verres ont été choisis de telle façon qu'ils aient même indice pour une radiation λ_0, mais des dispersions aussi différentes que possible. La dispersion résiduelle est voisine de celle d'un prisme en crown d'angle 2 A. L'industrie met assez de types de verres à notre disposition pour que nous puissions choisir la longueur d'onde normale λ_0.

1° Pour la radiation normale, le prisme se comporte comme une lame à faces parallèles, la déviation en lumière parallèle est donc rigoureusement nulle quelle que soit l'incidence i dans le plan de section principale, et quel que soit l'angle θ du rayon avec le plan de section principale. *Le prisme est à vision directe et à champ normal.*

Le rapport de similitude entre le spectre correspondant aux incidences i et θ et le spectre au minimum de déviation est donné par la formule

$$r = 1 + M i^2 + N \theta^2, \qquad \text{où } M = \frac{1 + n^2 + 2\,\mathrm{tg}^2 A}{2n^2}, \quad N = \frac{1 + n^2}{2n^2}.$$

Ce rapport, qui dépend de i^2 et non de i (comme le facteur correspondant du prisme ordinaire), *prend une valeur voisine de* 1,0002 *pour* $i = 1°$ *au lieu de* 1,002 *pour le prisme ordinaire.*

Remarquons qu'un système constitué par un seul prisme de flint, accolé à un prisme de crown au baryum de même angle, est aussi à vision directe et à champ normal, mais sa dispersion varie aussi fortement avec l'incidence i que pour un prisme ordinaire.

Avec un prisme objectif constitué par notre prisme à champ normal, la méthode de Pickering s'applique sans aucune correction de champ.

On peut faire le dépouillement des clichés selon deux méthodes différentes :

1° Soient R_1 et R_2 les deux images d'une même raie. La variation de la distance R_1R_2 entre l'étoile centrale (D_0) de vitesse radiale v_0 et une étoile quelconque (D et v) permet de calculer la différence de vitesse radiale d'après la formule $v - v_0 = k(D - D_0)$, où k est une constante instrumentale.

2° On peut montrer, de facon plus générale, que la distance entre deux raies R'_1, prise dans le spectre 1, et R''_2, prise dans le spectre 2, obéit à la même relation pourvu que les images R'_1 et R''_2 soient voisines sur le cliché.

Cette remarque est intéressante, car elle montre que les mesures sont possibles avec un spectrocomparateur.

Notre prisme peut être utilement associé à un grand télescope. Les rayons

seront rendus parallèles par le miroir auxiliaire ou par une lentille divergente.

La mesure des longueurs d'onde effectives par la méthode de von Klüber ([2]) peut être simplifiée en plaçant deux prismes à champ normal opposés devant le même objectif (le prisme à champ normal formé par deux prismes seulement est suffisant dans ce cas). Il est indiqué de laisser subsister une petite déviation résiduelle pour que les deux spectres ne chevauchent pas.

De façon générale ce prisme à champ normal remplacera avantageusement un prisme ordinaire chaque fois qu'une faible dispersion est suffisante.

MAGNÉTISME. — *Relations entre les teneurs en azote, les moments magnétiques, les points de Curie d'une part, et les distances entre atomes voisins de manganèse d'autre part, dans la solution solide ferromagnétique de l'azote dans le manganèse.* Note ([1]) de MM. **Charles Guillaud** et **Jean Wyart**, présentée par M. Aimé Cotton.

Le manganèse à l'état métallique n'est pas ferromagnétique. Il le devient dans certains de ses alliages binaires et ternaires, et l'on constate alors que la distance d entre atomes voisins de manganèse est plus grande que dans le métal. Ayant montré ([2]) que, dans ses alliages hexagonaux, le manganèse est ferromagnétique à partir de $d = 2{,}81$ Å, nous avons étendu ces recherches à la solution solide ferromagnétique de l'azote dans le manganèse.

Les azotures ont été préparés en employant du manganèse de Merck et de l'azote privé d'oxygène. A une température inférieure à 800° C. environ, on obtient la solution solide pour des concentrations atomiques comprises entre 20 % (Mn^4N) et 21 % atomes d'azote. De 800 à 1200° C., en faisant varier la température et la pression, nous avons obtenu une solution solide continue entre les limites de 11,50 à 21,25 % at. d'azote; à partir du composé Mn^5N^2 (28,56 % at. d'azote), les azotures ne sont plus ferromagnétiques. Chaque échantillon obtenu, d'une masse de 4 à 5 g, était homogène au millième près. Les synthèses déduites des masses de manganèse et d'azote introduites sont en bon accord avec les analyses chimiques, sauf pour les plus faibles teneurs en azote, où l'incertitude atteint 3 %.

L'étude aux rayons X (diagrammes de poudres) a été faite avec la radiation $K\alpha$ du fer; les paramètres cristallins ont été déduits des mesures des raies *en retour*, de faibles intervalles réticulaires, ce qui assure une précision relative de 1/2000. Dans tous les échantillons étudiés, nos diagrammes, confirmant ce qu'a montré Hagg ([3]), montrent, au premier examen, que la phase ferromagnétique est

([2]) *Astronomische Abhandhungen. Ergänzung zu den Astronomischen Nachrichten*, 5, n° 1, 1925.

([1]) Séance du 7 août 1944.

([2]) Charles Guillaud, *Thèse*, Strasbourg, 1943.

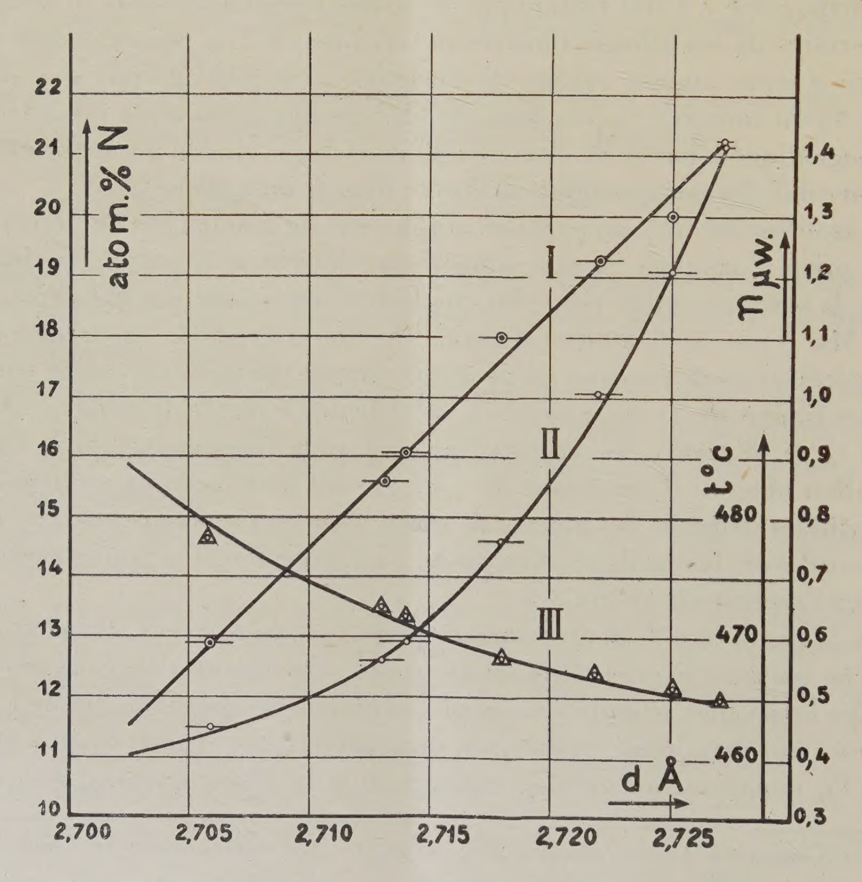
([3]) *G. Z. Physik. Chem.*, 4, 1929, pp. 346-370.

cubique, avec les translations d'un réseau de cubes à faces centrées, et non quadratique pseudocubique comme l'affirme R. Ochsenfeld ([4]). Mais en plus nous avons décelé des raies faibles de surstructure dans les diagrammes d'échantillons riches en azote. Les atomes d'azote ne se répartissent pas d'une manière désordonnée soit aux nœuds du réseau des atomes de manganèse, soit dans les cavités octaédriques ou tétraédriques de cet assemblage. Les raies de surstructures établissent que les atomes d'azote forment un réseau cubique et sont répartis régulièrement au centre des mailles des atomes de manganèse.

Résultats. — A mesure que la solution solide s'enrichit en azote, le réseau cristallin se dilate. Les diagrammes, effectués sur des échantillons de teneurs en atomes d'azote comprises entre 12,90 et 21,25 %, montrent que l'arête a varie entre

$a = 3{,}826$ Å pour 12,90 % at. d'azote et $a = 3{,}857$ Å pour 21,21 % at. d'azote.

La courbe (I) de la figure traduit les variations de la distance $(a/\sqrt{2})$



entre atomes voisins de manganèse en fonction du titre atomique en azote. Cette variation est linéaire. Les distances ferromagnétiques d satisfont à la

([4]) *Ann. der. Phys.*, **12**, 1932, p. 353.

double inégalité $2,702 \text{ Å} \leq d \leq 2,727 \text{ Å}$. L'incertitude sur la distance est représentée pour chaque point par un segment de droite. La courbe (II) montre que le moment à saturation de l'atome de manganèse (pour $T = 0°K.$ et $H = \infty$), exprimé en magnétons de Weiss, a une allure exponentielle en fonction des distances d. Ce moment passe de $n = 0,410$ à $n = 1,415 \mu_W$ entre les teneurs extrêmes en azote. Enfin la courbe (III) exprime la dépendance des points de Curie et des distances d. Contrairement aux moments, qui varient dans le même sens que d, les points de Curie s'élèvent quand la distance d diminue et s'échelonnent de 465° C. à 485° C.

Sur toutes ces courbes, aucun point singulier ne met en évidence le composé Mn^4N. Cet alliage ne joue pas un rôle particulier dans la solution solide.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la vitesse de grossissement des cristaux dans les transformations allotropiques.* Note (1) de M. **Pierre Laurent**, présentée par M. Léon Guillet.

Le grossissement d'un cristal se fait par l'annexion progressive des atomes qui sont voisins de ses frontières. Chacun de ces atomes passe d'une position d'équilibre stable A où il fait partie de la phase A à une autre plus stable B dans le nouveau cristal de la phase B. Les positions A et B correspondent à un minimum de l'énergie totale du système; entre ces minima, il existe un maximum correspondant à une énergie U′ (l'énergie de A prise comme zéro). Pour qu'un atome soit annexé par le cristal en cours de grossissement, il doit avoir au moins l'énergie U′; la probabilité que l'atome ait au moins l'énergie U′ est $e^{1/T(\theta/2 - U'/C)}$ (2) (θ étant la température caractéristique d'Einstein, T la température absolue, K la constante de Boltzmann). L'atome venu en B pourra retourner en A s'il possède au moins l'énergie $U' + \mathcal{E}$. Par suite la probabilité que le cristal s'accroisse d'un atome est

$$e^{\frac{1}{T}\left(\frac{\theta}{2}-\frac{U'}{K}\right)} - e^{\frac{1}{T}\left(\frac{\theta}{2}-\frac{U'+\mathcal{E}}{K}\right)} \sim \frac{\mathcal{E}}{KT} e^{\frac{1}{T}\left(\frac{\theta}{2}-\frac{U'}{K}\right)}.$$

Or $\mathcal{E}$ est proportionnel à $\mu_A - \mu_B^r$ (3), c'est-à-dire à $\mu_A - \mu_B - (3\Sigma/r)$. Le nombre $N\,dt$ d'atomes annexés par le cristal pendant le temps dt est proportionnel à cette probabilité et à la surface du cristal

$$N\,dt = 4\pi r^2 A \frac{\mathcal{E}}{KT} e^{\frac{1}{T}\left(\frac{\theta}{2}-\frac{\theta'}{K}\right)},$$

A désignant une constante. Le volume du cristal augmente pendant le même

(1) Séance du 7 août 1944.

(2) P. Laurent et J. Valeur, *Comptes rendus*, 217, 1942, p. 631.

(3) *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 320.

temps de $4\pi r^2\,dr$, donc la vitesse linéaire de grossissement du cristal est

$$\omega = \frac{dr}{dt} = \frac{A}{K}\,\frac{\mu_A - \mu_B - \dfrac{3\Sigma}{r}}{T}\,e^{\frac{1}{T}\left(\frac{\theta}{2}-\frac{U'}{K}\right)}.$$

Pour $r = 3\Sigma/(\mu_A - \mu_B)$, $\omega = 0$, tandis qu'au fur et à mesure du grossissement du cristal, ω tend vers une valeur constante

$$\omega_e = \frac{A}{K}\,\frac{\mu_A - \mu_B}{T}\,e^{\frac{1}{T}\left(\frac{\theta}{2}-\frac{U'}{K}\right)}.$$

Ce fait a été vérifié expérimentalement par divers auteurs ([4]). Si l'on remplace $\mu_A - \mu_B$ par $q(T_e - T)$ ([3]) on a

$$\omega_e = \text{const.}\,\frac{T_e - T}{T}\,e^{\frac{1}{T}\left(\frac{\theta}{2}-\frac{U'}{K}\right)}.$$

Il est facile de voir que $\omega_e = 0$ pour $T = 0$ et $T = T_e$. Il est à remarquer que les maxima de ω_e et de $\mathfrak{N}$ ([2]) ont lieu pour des températures indépendantes l'une de l'autre.

Cette théorie conduit à conclure qu'à une température donnée le nombre de germes formés par unité de temps et de volume est constant, donc que la vitesse de grossissement des cristaux est pratiquement constante. C'est sur ces hypothèses que Johnson et Mehl ([5]) se sont basés pour calculer la variation de la quantité d'alliage transformé en fonction du temps; ils ont trouvé ainsi des résultats conformes à l'expérience.

MÉTALLOGRAPHIE. — *Influence d'une faible quantité d'hydrogène sur le module d'élasticité du fer et mise en évidence d'une sous-structure du fer.* Note ([1]) de MM. **Georges Chaudron** et **Léon Moreau**, transmise par M. Albert Portevin.

Nous avons montré ([2]) que l'hydrogène dissous dans le fer provoque une augmentation de son module d'élasticité de l'ordre de 10 %. Dans ces expériences, du fer Armco était chargé par électrolyse sous une tension de 110 volts ($t = -10°$C.); le volume d'hydrogène fixé était d'environ 130^{cm^3} pour 100^g de métal. Dans ces conditions de chargement et pour cette teneur en hydrogène, on atteint la dureté maximum. Dans de nouvelles expériences nous avons pu atteindre une teneur en hydrogène voisine de 200^{cm^3} pour 100^g; on peut alors observer au microscope l'apparition d'inclusions gazeuses intergranulaires;

([4]) Kornfeld et Sauvitzki, *Phys. Z. Sowjet*, 8, 1935, p. 528 (Sn, Cd, Fe); Kornfeld et Pawlow, *ibid.*, 6, 1934, p. 537 (Al); Muller, *Z. Physik*, 96, 1935, p. 279 (Cl, Na); Colline et Mathewson, *Metals techn.*, 7, 1940, *Techn. Public.*, p. 1145 (Al).

([5]) Johnson et Mehl, *Metals techn.*, 6, 1939; *Techn. Public.*, p. 1089.

([1]) Séance du 31 juillet 1944.

([2]) *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 507.

celles-ci diminuent la section utile de l'éprouvette qui sert à la mesure du module, et il en résulte une baisse apparente très rapide de cette caractéristique. Les résultats de ces mesures sont représentées par la courbe *a* de la figure 1.

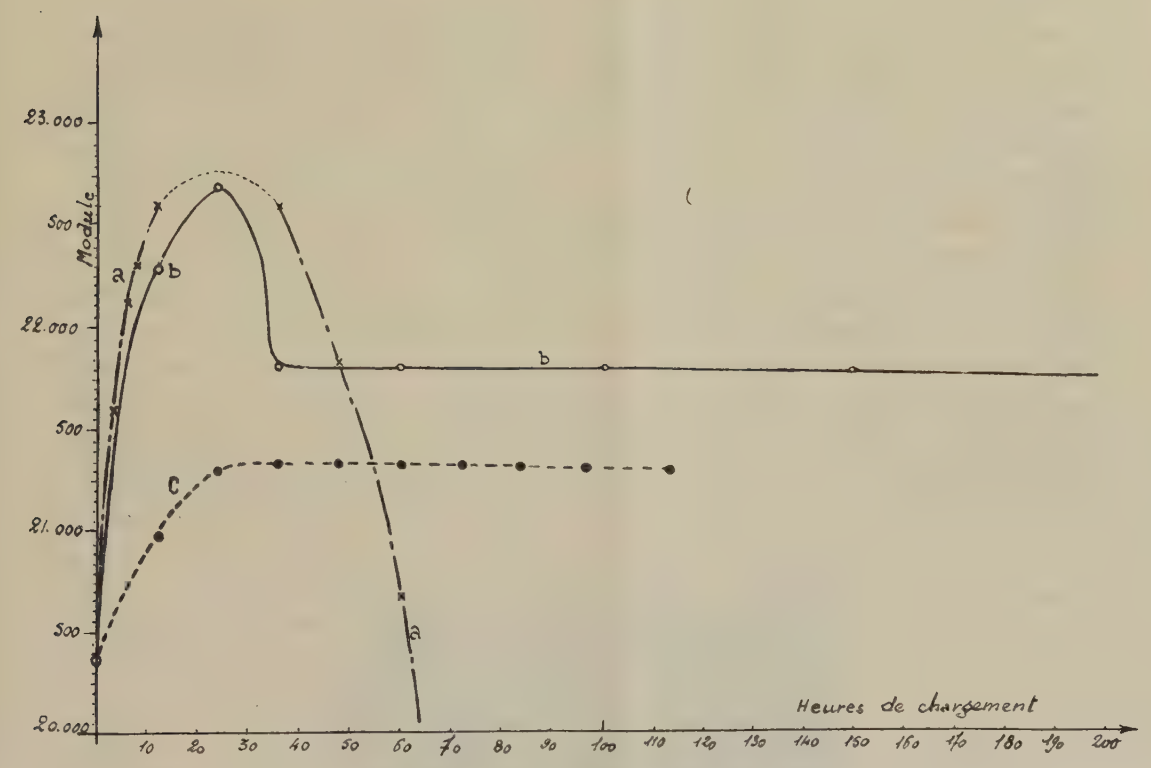


Fig. 1. — Variation du module d'élasticité du fer observée au pendule Le Rolland-Sorin, en fonction du temps de chargement.
Courbes : *a*, sous 120 volts, $t = -10°$ (métal brut); *b*, sous 5 volts, $t = 20°$ (métal brut); *c*, sous 5 volts, $t = 20°$ (métal dégazé).

Si l'on effectue le chargement électrolytique sous une tension beaucoup plus basse, par exemple aux environs de 5 volts ($t = 15°C.$), on observe que le volume maximum d'hydrogène qui a été fixé est seulement de l'ordre de 10^{cm^3} pour 100^g. Mais il est remarquable de constater, en comparant les courbes *a* et *b* de la figure 1, que l'on peut obtenir, dans les deux cas, une augmentation du module du même ordre de grandeur. De plus, on notera que le dernier mode de chargement ne provoque, quelle que soit sa durée, aucune variation de la dureté du métal.

Si l'on extrait les gaz à froid, par la méthode du bombardement ionique, on revient rigoureusement à la valeur initiale du module; puis, si l'on effectue un nouveau chargement (sous 5 volts), le module croît à nouveau (courbe *c* de la figure 1) et il atteint alors une valeur parfaitement constante. On peut également, dans une première opération de chargement cathodique, obtenir une courbe régulière du type *c*, en opérant sur une éprouvette de fer préalablement

débarrassée de ses gaz d'élaboration, en particulier de son oxyde de carbone. Nous aurons l'occasion de revenir sur ce point dans une publication plus détaillée.

Au point de vue de la position occupée par les atomes d'hydrogène dans un cristal de fer, il semble permis, d'après ces expériences, de supposer qu'une faible partie de l'hydrogène dissous, celle qui agit sur le module, se trouve en insertion dans le réseau. Nous avons donc pensé que la plus grande partie de l'hydrogène, responsable de l'écrouissage, pouvait être fixée dans les zones de transition qui séparent les petits blocs mosaïques, dont l'ordre de grandeur serait de 10^{-4} cm, d'après l'hypothèse de Darwin. On remarquera que cette sous-structure peut donc se trouver à la limite de l'observation microscopique.

Nous avons chargé un monocristal de fer sous une tension élevée (120 volts à —10°). Ce métal a pu dissoudre 150^{cm^3} d'hydrogène pour 100^g et on lui a ainsi donné sa dureté maximum. Si l'on observe un tel cristal avec les forts grossissements habituels, 1000 par exemple, on ne constate, après polissage mécanique et attaque ordinaire, aucune modification de l'aspect normal de la surface; mais il en est tout autrement si l'on utilise un grossissement supérieur à 2000. Dans ce cas, on observe (*fig.* 2) une structure lignée très fine, d'autant

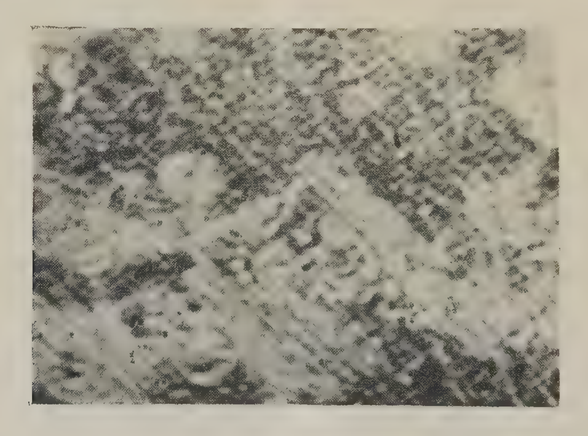


Fig. 2. — Échantillon monocristallin de fer Armco chargé d'hydrogène par électrolyse (12 heures à 10°, 5 amp : dm²) (G = 3.200, objectif apo. immersion homogène O. N. 1,30). Les zones blanches observées sont dues à un dégagement d'hydrogène dans l'huile de cèdre.

plus nette que le chargement en hydrogène a été poussé plus longtemps. On peut obtenir également le même aspect en polissant électrolytiquement l'échantillon. L'orientation de cette sous-structure dépend de celle de la face attaquée. Ajoutons que l'on arrive à des conclusions assez voisines dans le cas de l'aluminium très chargé en hydrogène.

CHIMIE MINÉRALE. — *Point de fusion du bore.*
Note de M. **Jean Cueilleron**, présentée par M. Paul Lebeau.

Tant à cause des difficultés que présente la préparation de bore pur qu'à cause de celles que l'on rencontre au cours des mesures, un très petit nombre d'auteurs ont cherché à déterminer le point de fusion du bore.

Les chiffres indiqués jusqu'ici s'étagent entre 2000 et 2500° C. avec des erreurs souvent très importantes (1), (2). Il faut dans leur ensemble adresser deux critiques à ces chiffres :

a. le bore utilisé est souvent d'une pureté douteuse;

b. les températures indiquées ne sont pas des températures réelles, mais, presque toujours, des températures de brillance, les mesures étant faites par visées au moyen d'un pyromètre sur la surface du bore dont le pouvoir émissif est inconnu.

Nous avons déterminé le point de fusion du bore pur cristallisé, préparé par réduction du chlorure de bore par l'hydrogène dans un arc haute fréquence (3), en utilisant un bloc Maquenne chauffé à l'hydrogène atomique et constitué par une barre de tungstène de section rectangulaire (6×3^{mm}) et de 10^{cm} de long. Cette barre, disposée horisontalement, est chauffée à l'une de ses extrémités, le dard de la flamme étant situé à 3 ou 4^{mm} au-dessous de la face inférieure. L'échantillon est posé sur la face supérieure, le dard et l'échantillon étant dans un même plan vertical.

La détermination du point de fusion se fait en mesurant, au moyen d'un pyromètre à disparition de filament et à coin absorbant (4), la température du bloc de tungstène lorsque l'échantillon s'affaisse sur celui-ci.

Cette technique permet d'opérer dans une atmosphère neutre vis-à-vis du bore et d'entraîner les vapeurs très opaques émises par ce corps dès 1200° (1), et qui sont capables de fausser les mesures. D'autre part l'excellente conductibilité thermique du tungstène assure un chauffage uniforme de la partie utile du bloc, cependant que la très faible vitesse de vaporisation du tungstène aux environs de 2000° (5) empêche toute contamination du bore par ce métal.

En opérant avec des échantillons de quelques millimètres cubes de bore, nous obtenons, après corrections, tenant compte du pouvoir émissif du tungstène, des valeurs comprises entre 1992 et 2248° C.

---

(1) Weintraub, *Trans. Amer. Electroch. Soc.*, 16, 1909, p. 165; *J. Amer. Soc.*, 37, 1915, p. 1646; *J. Eng. Chem.*, 3, 1911, p. 165.

(2) Tiede et Birnbraüer, *Z. anorg. Chem.*, 87, 1914, p. 143; *Circular of the Bureau of Standards*, n° 35, 4e édit., 1er décembre 1919; Gurtler et Pirani, *Z. Metallk.*, 11, 1919, p. 3; Kahbemberg, *Trans. Amer. Electroch. Soc.*, 47, 1925, p. 23.

(3) Hackspill et Cueilleron, *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 458.

(4) Ribaud, *Revue d'Optique*, 5, 1926, p. 289.

(5) Langmuir, *Phys. Z.*, 14, 1913, p. 1273.

De façon à éliminer toute erreur provenant de l'étalonnage du pyromètre, des corrections de pouvoir émissif et des différences de température existant entre le bloc et l'échantillon, nous avons, en prenant dans des conditions identiques les points de fusion du platine (1773° C.) et de l'iridium (2454° C.), tracé la courbe graduations du pyromètre-températures exactes. Nous obtenons alors pour point de fusion du bore des chiffres compris entre 2000 et 2075° C.

La dispersion assez importante des lectures faites au pyromètre, tant avec le bore qu'avec le platine et l'iridium, due à la rapidité avec laquelle se produit la fusion, explique l'écart de 75° qui existe entre les chiffres précédents.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Constantes physiques de quelques cyclohexadiènes substitués.* Note de MM. **Étienne Canals**, **Max Mousseron** et **François Winternitz**, présentée par M. Marcel Delépine.

I. Spectres Raman. — Cette étude complète les essais physiques effectués sur quelques cyclohexènes substitués ([1]). Pour les cyclohexadiènes des difficultés se présentaient : sensibilité à la lumière (polymérisation possible constatée sur certains d'entre eux par variation de la densité et de l'indice de réfraction); petite quantité de substance obtenue. Technique adoptée : 1° une seule excitation par 4358 Å ; 2° durée des poses inférieures à quatre heures; 3° utilisation d'un condenseur à grande ouverture; 4° largeur de la fente du collimateur, 250$^{\mu}$.

Méthyl-1 cyclohexadiène-2.4 (I). — 160 ff, 243 ff, 289 ff, 346 ff, 457 ff, 503 ff, 563 ff, 762 f, 781 f, 860 ff (L), 952 Ff (L), 995 ff, 1048 ff, 1177 Ff, 1215 f, 1271 ff, 1299 ff, 1407-1458 f (b), 1527 ff, 1577 F, 1645 ff (L), 2808 ff, 2880 ff, 2928 ff (L), 3040 f (L).

Méthyl-1 cyclohexadiène-2.6 (II). — 447 ff, 508 ff, 618 ff, 796 ff, 962 ff, 1005 Ff, 1163 Ff, 1177 Ff, 1220 f, 1314 ff, 1374 ff, 1444 Ff (L); 1536 ff, 1600 F, 1654 f, 1677 ff.

Diméthyl-1.4 cyclohexadiène-2.6 (III). — 412 ff, 478 ff, 588 ff, 781 ff, 821 ff, 952 ff, 1000 ff, 1034 ff, 1172 ff, 1220 ff, 1434 f, 1453 Ff, 1586 Ff, 1632 Ff.

Éthyl-1 cyclohexadiène-2.6 (IV). — 598 ff, 693 ff, 830 ff, 1005 Ff, 1167 f (b), 1182 ff, 1388 ff, 1434 F (b), 1590 Ff, 1668 f (L).

n-Propyl-1 cyclohexadiène-2.6 (V). — 300 ff, 337 ff, 791 ff, 884 ff (b), 952 ff (L), 986 ff, 1034 ff, 1063 ff, 1096 ff, 1172 f (L), 1215 Ff, 1238 ff (L), 1402 ff, 1430-1453 F (b), 1586 FF (L), 1645 FF (L), 2868 f, 2928 f (L).

Isopropyl-1 cyclohexadiène-2.6 (VI). — 891 ff, 952 ff, 1087 ff, 1172 ff, 1229 ff, 1304 ff, 1328 ff, 1448 F (L), 1591 F (L), 1632 Ff, 1668 Ff.

n-Butyl-1 cyclohexadiène'2.6 (VII). — 518 ff, 563 ff, 865 ff, 962 ff, 1000 ff, 1063 f (L), 1101 ff (L), 1149 ff, 1205 Ff, 1224 f, 1299 ff, 1332 ff, 1430-1453 Ff (*b*), 1586 F (L), 1645 FF (L).

Nota. — ff, très faible; f, faible; Ff, moyenne; F, forte; FF, très forte; L, large; b, bande.

En comparant ces spectres à ceux de dérivés cyclohexéniques et benzéniques

---

([1]) M. Godchot, E. Canals, Mlle G. Cauquil, *Comptes rendus*, **197**, 1933, p. 1407; E. Canals, M. Mousseron, L. Souche et P. Peyrot, *ibid.*, **202**, 1936, p. 1519.

correspondants, nous avons constaté, comme l'a fait Kohlrausch [2] pour le cyclohexadiène-1.3, que ces corps sont purs.

La raie ν(C — C) du cyclohexadiène (846 Ff) varie de fréquence avec les substitutions. La raie $\nu(CH^2) = 1427$ du cyclohexadiène se retrouve avec une légère variation de fréquence dans tous les diènes-2.6 substitués, mais, pour les deux derniers, apparition d'une bande couvrant un assez grand espace spectral. Le même phénomène s'observe avec les carbures cycléniques substitués (*loc. cit.*).

Comme pour les cyclohexènes déjà étudiés, la raie ν(C = C) = 1573 du cyclohexadiène subit d'abord une brusque augmentation de fréquence en passant du cyclohexadiène au dérivé méthylé, mais, une fois cette valeur atteinte, la nature de la substitution n'entraîne qu'une légère diminution de fréquence.

Notons en outre l'influence de la position du méthyle par rapport à la double liaison; pour le diène en 2.4, il n'y a qu'une faible variation de fréquence, alors qu'elle devient importante pour le 2.6 (1577 et 1600); une légère différence est à constater également entre le *n*-propyl et l'isopropyl; ce dernier fait avait été observé pour les dérivés du cyclohexène. Enfin, à partir de l'éthyle, la substitution fait apparaître une raie supplémentaire toujours forte dans la région 1600.

II. Déterminations physiques.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Éb. (760)	101°	107–108°	127°	133°	155–157°	151°	180°
d_{18}^{18}	0,8231	0,8272	0,8252	0,8404	0,8489	0,8450	0,8499
n_{α}^{18}	1,4599	1,4621	1,4611	1,4638	1,4722	1,4685	1,4712
n_{D}^{18}	1,4612	1,4662	1,4631	1,4650	1,4743	1,4704	1,4737
n_{β}^{18}	1,4717	1,4749	1,4721	1,4745	1,4848	1,4792	1,4829
n_{γ}^{18}	1,4794	1,4840	1,4811	1,4831	1,4928	1,4890	1,4925
$\Delta = \frac{n_\gamma - n_D}{d} \cdot 10^4$	219	216	222	214	220	220	220
η	680	688	–	791	1090	–	1120
γ	28,5	29,7	28,5	30,5	30,5	30,4	31

Les points d'ébullition croissent régulièrement, les réfractions moléculaires trouvées et calculées sont voisines. La dispersion spécifique de réfraction ($d\Delta = \pm 3$) [3] demeure constante dans la série des cyclohexadiènes substitués, mais sa valeur diffère légèrement de celle du cyclohexadiène. La tension superficielle ne varie pas sensiblement; les parachors expérimentaux et théoriques sont voisins; enfin la viscosité augmente avec le nombre d'atomes de carbone de la substitution.

(2) K. W. F. Kohlrausch et R. Seka, *Ber. d. chem. Ges.*, 68, 1935, p. 528.

(3) E. Darmois, *Ann. chim. phys.*, 22, 1911, p. 247.

MINÉRALOGIE. — *Sur le gîte aurifère de Glorianes (Pyr.-Orient.) et sur la coexistence du tungstène et de l'or.* Note de M. **Henri Vincienne.**

J'avais signalé en 1938 (¹) l'existence du wolfram dans un des filons aurifères du district de Salsigne, le filon Ramèle, et avais souligné que, *mieux que le bismuth et le mispickel,* le wolfram montre la parenté, avec les filons stannifères, de ces filons, que M. Legraye (²) classait déjà « entre la fin de la phase pegmatitique-pneumatolytique et le début de la phase hydrothermale » de Niggli. J'avais insisté également sur la coexistence du tungstène et de l'or, déjà reconnue au Brésil dans l'État de Minas-Geraes (Morro-Velho, Cavallo Branco).

De récentes études sur la métallogénie du gîte aurifère de Glorianes m'ont fourni un nouvel exemple de la liaison du tungstène et de l'or. Ce gîte, à 12^{km} au NE du Canigou, est compris dans les terrains schisteux du Silurien inférieur, fortement plissés et coupés de zones broyées et failleuses sans grande continuité (³). La minéralisation, contenue dans le flanc nord d'un anticlinal complexe, orienté presque Est-Ouest, est répartie en de nombreux filons irréguliers, à peu près parallèles à la direction des schistes, mais non interstratifiés. Le principal faisceau filonien forme une bande continue sur près de 3^{km}5, atteignant localement 200^{m} de largeur, à cheval sur les crêtes, Nord-Sud, du Col de Saint-Estève et de Roquerouge, séparées par le ravin de Croze. Cette bande est reconnue jusqu'ici aux deux extrémités : à l'Ouest, dans le secteur nord de Glorianes, qui comprend trois filons principaux, plongeant 60 à 80° SSW et dénommés du Sud au Nord filon n° 1, n° 2, n° 3; à l'Est, dans le secteur de Serrabonne, qui contient deux filons principaux appelés filon Ouest et filon Est, plongeant de 40 à 50° respectivement vers le SSW et l'WSW. Chacun de ces filons s'intègre dans des ensembles, faits surtout de schistes broyés en relation avec des fractures et eux-mêmes plus ou moins minéralisés.

L'étude au microscope en lumière réfléchie d'échantillons des divers filons m'a montré, comme minéralisation hypogène, la succession suivante :

Mispickel,	Marcasite,
Wolfram,	Chalcopyrite, cuivre gris, bornite,
Or natif?	Blende (rare),
Sidérose,	Plomb antimonié du type de la boulangérite,
Quartz I,	Pyrrhotite,
Pyrite I et II,	Quartz II.

(¹) *Comptes rendus*, **207**, 1938, p. 1114.

(²) M. Legraye, *Étude de la minéralisation des filons aurifères de la mine de Salsigne* (Aude, France) (*Ann. Soc. Géol. Belgique*, **61**, 1938, pp. B. 117-146).

(³) Les observations sur la géologie du gisement sont empruntées aux rapports inédits de M. V. Lebedeff.

Bien que la position du quartz II et du plomb antimonié par rapport à la pyrrhotite ne soit pas très sûre, cette dernière semble avoir un caractère tardif dans la minéralisation et correspondre à une phase de réchauffement de celle-ci. Le plomb antimonié n'a été reconnu, en réalité, qu'au Nord du faisceau principal étudié, dans un affleurement filonien du ravin de Croze.

A cette minéralisation hypogène se superpose une minéralisation hypergène abondante (tous les échantillons étudiés appartiennent d'ailleurs à la zone des affleurements) de scorodite, limonite, or natif, covelline, soufre natif, bleiniérite (?), avec peut-être du quartz III.

L'état cataclastique du quartz, la fissuration intense du mispickel, l'effilochage de la pyrite dans l'échantillon du ravin de Croze montrent que le gisement a subi des dislocations au cours du dépôt.

Le wolfram a été découvert en petites plages dans les échantillons du filon 2. Une analyse de 1924, tombée dans l'oubli, l'avait déjà révélé dans un échantillon du filon 1. Enfin il est possible qu'il existe en fines inclusions dans le filon 3.

Quant à l'or, il apparaît, avec plus ou moins d'abondance et en très fins granules, dans plusieurs des échantillons des filons 1, 2 et 3 et du filon Est. Il est très souvent lié au mispickel et à la scorodite; il l'est aussi au wolfram, ainsi qu'au schiste chloriteux imprégné de mispickel du filon 3. On peut supposer, par suite de l'existence d'inclusions d'or en plein mispickel et en plein wolfram, que ces deux minéraux, surtout le premier, peuvent être les véhicules de la minéralisation aurifère et que celle-ci s'est mise en place avant le dépôt de la sidérose, de la pyrite, de la chalcopyrite et de la pyrrhotite, qui ne paraissent pas contenir d'or visible au microscope.

La présence du mispickel, du wolfram et de la pyrrhotite donne au gisement de Glorianes un caractère hypothermal très accusé. Grâce au wolfram, on peut rapporter sa formation au début de la phase hypothermale, aussitôt après la phase pneumatolytique, dont l'étude microscopique n'a pas montré les minéralisations propres. Par ce caractère hypothermal, par la présence du wolfram qui n'avait pas encore été signalé dans les Pyrénées, ce gîte constitue un type exceptionnel parmi tous les gisements de la chaîne; la coexistence du wolfram et de l'or le rapproche, au point de vue métallogénique, des types brésiliens et de celui de Salsigne.

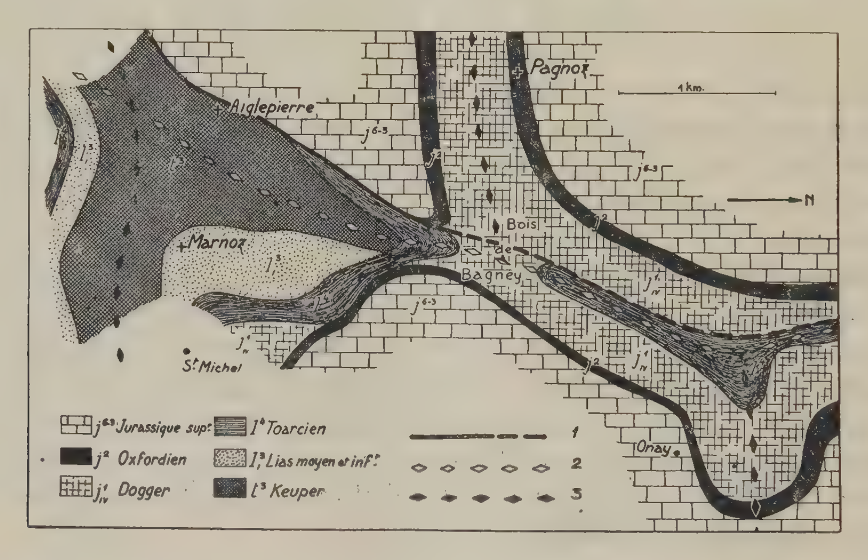
TECTONIQUE. — *Le diapir d'Aiglepierre, ventre d'interférence des plis bisontin et salinois.* Note (¹) de MM. **Louis Glangeaud** et **Antoine Bonte**, présentée par M. Emmanuel de Margerie.

La région très complexe située au nord-ouest de Salins (feuille au 1/80000 de Besançon) avait été considérée jusqu'à maintenant comme formée par une

(¹) Séance du 17 janvier 1944.

petite nappe triasico-liasique, chevauchant du Sud vers le Nord, une région autochtone. Cette nappe aurait été ensuite découpée par des failles postérieures à sa mise en place. Les travaux tectoniques et stratigraphiques des auteurs qui admettent ce point de vue, et notamment ceux de Marcel Bertrand (1881), de Fournier (1904), de Bourgeat (1910), de Piroutet (1920), ont été résumés dans l'ouvrage fondamental de M. de Margerie ([2]). Plus récemment ([3]) nous avons montré que les *brèches de Cinnamomum*, transgressives et discordantes sur le Secondaire, n'avaient pas subi de plissements importants, mais étaient seulement découpées par un réseau de failles, à l'intérieur d'une gouttière de torsion. A l'occasion de levers pour la nouvelle carte au 1/50000, la découverte de nouveaux gisements fossilifères, l'examen des pendages et des relations réciproques des plis nous ont amené à modifier aussi la tectonique des terrains secondaires.

Contrairement à l'interprétation admise par tous les auteurs antérieurs, l'anticlinal de Mesmay — grange de Vaivre, du faisceau bisontin (ligne 2 de la figure), se poursuit avec une direction NS, depuis Byans jusqu'à Marnoz (sur 19^{km}). Le dôme de Prétin marque peut-être sa terminaison vers le Sud? Il recoupe, au sud de Port-Lesney, trois et peut-être quatre plis du faisceau salinois de direction EW (lignes 3 de la figure). Ce sont les anticlinaux d'Onay,



de Pagnoz, le grand anticlinal de Salins-les-Arsures et peut-être le brachy-anticlinal de Prétin.

Les plis des faisceaux bisontins et salinois, qui, dans cette région sont sensiblement orthogonaux, ont ainsi interféré. A chacun de leurs points d'intersection le ventre d'interférence produit un dôme ou un brachy-anticlinal. Le

([2]) *Le Jura*, II, pp. 708-716, *Mém. Serv. Carte géol. de France*, 1936.

([3]) L. Glangeaud et J.-H. Mathieu, *Comptes rendus*, 218, 1944, p. 417.

premier ventre, peu accentué, se reconnaît au nord-ouest d'Onay, le deuxième, forme un dôme surbaissé, à la lisière nord du bois de Bagney. La combe liasique y est entourée par une ceinture de calcaires bajociens, qui réalisent la jonction entre le pli EW de Pagnoz et le pli NS de Mesmay.

Au voisinage de l'anticlinal EW, à noyau triasique de Salins-les-Arsures, principal élément de l'arc salinois, le phénomène s'accentue et le ventre d'interférence fait monter, sous forme diapir, les argiles et gypses du Trias, entourés d'une auréole de marnes liasiques et oxfordiennes. Mais cette masse triasico-liasique n'est pas en recouvrement anormal, comme l'indiquaient les publications antérieures et les deux éditions de la Carte géologique. En effet le noyau triasico-liasique se ferme périclinalement au Nord, entre la voie ferrée de Salins et le bois de Bagney. On voit en ce point le Trias et le Lias s'enfoncer normalement sous le Jurassique moyen et supérieur.

Les marnes oxofordiennes, formant la combe au nord-est du bois de Bagney, se continuent au sud de ce bois, à la base des calcaires du Rauracien. Le crêt Jurassique supérieur, qui constitue le flanc oriental de l'anticlinal de Mesmay, se suit ainsi, sans discontinuité sur plus de 14^{km}, depuis Lombard au Nord, jusqu'à la ligne de chemin de fer de Salins au Sud. Le long de la voie ferrée, la plupart des étages calcaires (Sinémurien, Bajocien), situés entre le flanc de Jurassique supérieur et le noyau triasique diapir, sont restés en profondeur. La superposition est néanmoins normale, car le Trias s'enfonce sous les marnes liasiques où nous avons recueilli sur un petit espace des faunes toarcienne et aalénienne mélangées avec *Pleydellia aalensis* Ziet., *Cœloceras crassiusculosum* Simps., *Cœl. Braunianum* d'Orb., *Pseudolioceras Fabrei* Monestier. A 300^{m} seulement, au sud de la voie ferrée, la série du flanc oriental du diapir redevient presque complète avec du Rhétien à *Avicula contorta*, du Sinémurien, du Bajocien et du Bathonien.

Au sud d'Aiglepierre et de Marnoz, le noyau triasique de l'anticlinal de Mesmay-Aiglepierre se fusionne normalement avec le noyau triasique de l'anticlinal orthogonal de Salins-les-Arsures.

Les faits indiqués ci-dessus montrent donc que le diapir d'Aiglepierre est *seulement l'exaltation de l'anticlinal méridien de Mesmay, au voisinage de son interférence avec le pli principal de l'arc salinois de direction* EW.

Vers le Nord le noyau triasico-liasique du diapir d'Aiglepierre et le pli de Mesmay sont déversés sur les calcaires du Jurassique supérieur, formant la colline d'Aiglepierre. On observe, le long de la voie ferrée de Salins, des témoins du flanc occidental étiré; des schistes à Posidonomyes du Lias supérieur jalonnent cet accident (ligne 1 de la figure). Les phénomènes d'interférence que nous venons de décrire dans la région d'Aiglepierre permettent d'expliquer aussi les complications des plis situés à l'est et à l'ouest de cet accident.

MYCOLOGIE. — *Étude d'une Mucédinée nouvelle isolée du tube digestif du Bousier,* Cæmansia violacea *n. sp.* Note de MM. **Auguste** et **René Sartory.**

L'espèce que nous décrivons ici a été isolée du tube digestif d'un Bousier, insecte coléoptère lamellicorne qui vit dans les bouses ou autres matières fécales. Elle était constamment accompagnée d'une *Mucorinée* que nous avons pu identifier à *Rhizopus reflexus* Bainier.

La culture de notre *Mucédinée* est facile, l'espèce pousse à peu près sur tous les milieux usuels employés en mycologie parasitaire, mais elle semble avoir une prédilection pour certains milieux naturels sucrés tels que bois de Réglisse (milieu Bainier), décoction de pruneaux ou pour certains milieux artificiels tels que décoction de pruneaux gélosés ou de fruits sucrés. Ce qui frappe dans les cultures, c'est l'intensité de la couleur violette produite sur ces différents substrats. Cette teinte violette est beaucoup plus pâle sur Pomme de terre, Carotte, liquide de Raulin gélosé, gélatiné. Le milieu de culture (bois de Réglisse, Pomme de terre) s'imprègne du pigment violet dont nous verrons dans un instant les principaux caractères.

Les cultures sur bois de Réglisse, préparé selon la méthode de Bainier, nous donnent à l'examen microscopique les caractères botaniques suivants : mycélium filamenteux d'abord blanc (7 à 9^{μ} de largeur), étalé, duveteux, cloisonné, prenant dès le 3e jour une coloration violacée débutant par le centre et s'étendant bien vite jusqu'aux bords; en moins de 8 jours le milieu se couvre d'un mycélium violet, puis violet très foncé; les appareils reproducteurs se montrent dès le 4e jour; ils sont formés par un pied fructifère cloisonné, du sommet duquel partent très régulièrement quatre branches fructifères qui se dichotomisent et portent latéralement des appareils sporifères en forme de nacelle renversée ou, quand ils se détachent, à un cloporte marchant. Ces appareils sont cloisonnés; ils se développent de bas en haut sur un même filament; ceux du bas sont les plus vieux et les plus avancés dans leur évolution. Les dimensions sont les suivantes : nacelles renversées, 40 à 45^{μ} de long sur 8 à 10^{μ} de large. Branches fructifères variables, mais en moyenne de 100 à 120^{μ} de long; elles s'amincissent à la partie supérieure (largeur, 4 à 5^{μ} dans le bas, 2 à 3^{μ} dans le haut). Porte-conidies 3^{μ} à $3^{\mu},5$ sur 2 à $2^{\mu},5$. Les spores (7 à 9^{μ} sur $2^{\mu},5$) sont au nombre de 5 ou 6, parfois 8 ou 9 et pendent à la face inférieure des appendices. Fusiformes, elles s'insèrent sur de petites tubérosités saillantes. Elles germent en émettant toujours de chaque côté un filament mycélien. En naissant elles forment des petites dents sur les bords du sporophore. Nous n'avons jamais trouvé qu'une seule sorte de spore.

Les caractères botaniques, et en particulier la constitution des appareils

---

([1]) A. Sartory, *Comptes rendus*, **214**, 1942, p. 723.

reproducteurs, nous permettent de placer cette *Mucédinée* dans le genre *Cæmansia* Van Tieghem et Le Monnier. Le genre *Martensella* de Cæmans ressemble beaucoup au genre *Cæmensia*, mais il possède une deuxième espèce de spores ovoïdes, beaucoup plus petites (2 à 3^{μ} de long). Il semble bien que notre espèce est parasite de certaines *Mucorinées*, mais elle doit être plutôt considérée comme parasite commensal que comme parasite destructeur.

La concentration optimum en ions H des milieux de culture pour le Champignon considéré est comprise entre pH 6,7 et pH 7.

Le Champignon liquéfie la gélatine au bout de 5 jours à + 22°. L'optimum cultural est compris entre + 22° et + 24°; il ne végète plus à + 34°, meurt vers + 37°-38°; l'albumine coagulée n'est pas liquéfiée; de même pour le sérum coagulé; le lait constitue un excellent milieu et là encore le pigment apparaît d'un beau violet foncé; vers le 7e-8e jour se produit la coagulation, puis la peptonification de la caséine. L'espèce sécrète donc une gélatinase, une présure et une caséase.

Aucune action sur les nitrates, pas de production d'indol en eau peptonée, le rouge neutre n'est pas réduit; l'espèce ne forme pas d'hydrogène sulfuré. Sur gelée d'amidon la croissance est assez rapide; au bout de 8 jours il y a liquéfaction de l'empois d'amidon (coloration violet intense). Le Champignon sécrète une amylase. Les meilleurs aliments sucrés sont le saccharose et le glucose. Maltose, lactose, galactose et lévulose sont de médiocres aliments. Ces derniers sucres ne sont pas dédoublés, pas plus d'ailleurs que le saccharose. La mannite constitue un excellent milieu.

Le pigment violet a pu être obtenu à l'état cristallisé par extraction à l'éther sulfurique, purification dans l'éther de pétrole, le chloroforme et l'eau distillée; il présente les mêmes caractères physiques et chimiques que le pigment isolé de l'*Actinomyce violaceus* (1), soit aiguilles longues groupées en oursins et en faisceaux, obtention d'un leucodérivé rose par réduction à l'aide de sulfhydrate d'ammoniaque, réoxydable par l'eau oxygénée.

Étant donnés les caractères botaniques de notre espèce et son aptitude à former un pigment violet intense sur divers milieux de culture usuels, nous proposons pour elle le nom de *Cæmansia violacea* n. sp.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Résistance à l'hiver du Blé Aurore.* Note de M. **Jacques Pottier**, présentée par M. René Souèges.

L'opinion généralement admise est que le Blé Aurore (hybride de deux variétés de *Triticum vulgare* Host., obtenu par Farrer en Australie et sélectionné par Vilmorin) ne résiste pas au froid de l'hiver et que le printemps est l'époque la plus favorable pour ses semailles. Dans le but de m'assurer de cette

résistance, au lieu de faire des essais en glacière, j'ai préféré la culture *sous le soleil*. Le 3 novembre 1941, après avoir bêché une portion de terrain, située à peu près à 6^m au sud-est d'un réservoir, à Massy-Palaiseau, lieu exposé à tous les vents, j'ai planté 200 pieds de Blé Aurore. La température extérieure était celle de la glace fondante. Les graines dont ces pieds étaient issus avaient été mises à gonfler dans l'eau, le 25 octobre 1941, puis cultivées, à mon domicile, dans du papier filtre humide, renfermé dans des boîtes d'aluminium. Ces germinations présentaient donc un *manque d'endurcissement* (²). Or, le lendemain, 4 novembre 1941, il s'est formé un verglas très épais et l'hiver qui a suivi a été considéré comme le plus froid en Europe depuis 140 ans. Malgré cela, il ne manqua à la récolte que 13 pieds sur 100, parmi ceux issus de plantes traitées jadis en germination, en 1937, à Besançon, par 20 chocs de froid, d'une durée d'à peu près une heure chacun, à une température variant entre — 0°,5 et — 13°,5. Le lot de 100 pieds témoins n'avait perdu que 12 pieds. Par conséquent, le Blé Aurore peut être semé en octobre, sans précautions spéciales ni manipulations préalables, et donner par suite, comme tous les Blés d'automne, un plus fort rendement.

HISTOPHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Respiration des tubercules de Carotte et de Topinambour. Ses variations sous l'influence du traumatisme*. Note (¹) de M. **Maurice Lachaux**, présentée par M. René Souèges.

Les diverses portions d'un végétal n'ont pas toutes la même intensité respiratoire. On sait qu'il y a diminution progressive quand on passe de la fleur à la feuille, puis à la tige et enfin à la racine.

La respiration des tubercules est assez réduite. Par exemple on a montré (¹) que, chez la Carotte, l'intensité respiratoire s'élève, pour les tubercules, les feuilles âgées et les feuilles jeunes, à des valeurs respectives qui sont entre elles comme les nombres 1, 5, et 12. Mais, lorsqu'on coupe un tubercule, l'intensité respiratoire des fragments obtenus est considérablement plus élevée que celle de l'organe entier.

Comme point de départ des travaux qui seront publiés ultérieurement, nous nous proposons, dans la présente Note, d'étudier la respiration des tissus de tubercules de Carotte et de Topinambour. La méthode utilisée est la suivante : on choisit des tubercules sains; après lavage rapide à l'eau courante et séchage au papier filtre ils sont pesés, puis introduits dans des ampoules à large rodage, munies d'un robinet, remplies d'air atmosphérique.

(²) Em. Larose, *Congrès de Liége de l'Assoc. fr. p. l'avancement des Sc.*, 1939, pp. 994 à 999.

(¹) Séance du 7 août 1944.

(¹) P. B. Marsh et D. R. Goddard, *Am. Journ. Bot.*, 26, 1939, pp. 724-726.

Pour étudier l'influence du traumatisme, les tubercules sont décortiqués largement, puis découpés en fragments plus ou moins volumineux, qu'on introduit dans des ampoules à robinet, identiques, maintenues un temps donné à la température de 20° C. Puis on extrait, en s'aidant du vide, les gaz qu'elles contiennent et l'on procède à leur analyse au moyen de l'eudiomètre de Plantefol.

Pour suivre dans le temps la respiration des tissus, nous avons conservé aseptiquement des prismes de tubercules selon la méthode décrite par R.-J. Gautheret (²). Le milieu de culture utilisé était le milieu d'entretien gélosé I dépourvu de sucre et d'hétéro-auxine. A intervalles donnés, on mesure l'intensité respiratoire d'un certain nombre de ces prismes.

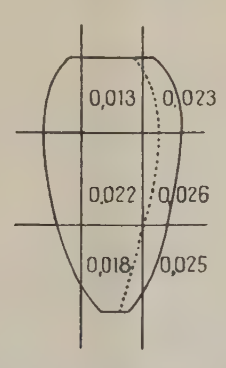
Les intensités respiratoires, exprimées en centimètres cubes d'oxygène absorbé par gramme de végétal frais et par heure (O^2 g. f. h.), sont les suivantes :

a. Pour les tubercules entiers, l'intensité respiratoire du tubercule de Carotte varie avec l'époque de la récolte : 0,054 en juillet et 0,019 en novembre (moyenne de quatre expériences).

Pour le Topinambour, on a, en novembre, la valeur moyenne de 0,026.

b. Pour les tubercules décortiqués ou découpés en fragments, l'intensité respiratoire s'accroît considérablement lors du traumatisme. Chez la Carotte, dans les instants qui suivent la décortication, elle augmente de 42 %. Pour le tubercule de Topinambour, cette augmentation est encore plus élevée (54 %).

Lorsqu'on coupe deux tubercules de Topinambour de poids identique, l'un



Intensités respiratoires (moyennes de 26 expériences exprimées en cm^3 de O_2 g. f. h.) des diverses régions du tubercule de Carotte. (La zone cambiale est figurée en pointillé.)

en quatre fragments volumineux, l'autre en un grand nombre de cossettes de 1mm d'épaisseur, l'intensité respiratoire est, au bout de 20 heures, environ deux fois plus élevée dans le dernier cas.

(²) *Manuel technique de culture des tissus végétaux*, 1 vol., 172 p., Paris, 1942, p. 52.

La valeur absolue des résultats est d'ailleurs assez variable d'un tubercule à l'autre. Nos expériences sur le tubercule de la Carotte, résumées dans le schéma ci-dessus, conduisent à la conclusion que le parenchyme libérien respire plus activement que le parenchyme vasculaire;

pour le tubercule de Topinambour décortiqué, constitué presque uniquement par du parenchyme vasculaire, la partie centrale respire plus activement (O^2 g.f.h. $= 0^{cm^3},066$) que la partie périphérique ($0^{cm^3},057$).

Grâce aux cultures de tissu, nous avons pu suivre de facon prolongée dans le temps l'intensité respiratoire des tissus de tubercules isolés. Nous avons observé que, pour la Carotte et le Topinambour, les combustions augmentent pendant 1 à 3 jours après le traumatisme. Elles diminuent ensuite peu à peu en restant toutefois à un niveau plus élevé que pour le tubercule intact.

En résumé, nous avons montré que le tubercule de Carotte respire plus intensément en été qu'en hiver et que l'intensité respiratoire est plus élevée dans le parenchyme libérien que dans le parenchyme vasculaire. Lorsqu'on coupe le tubercule, l'intensité respiratoire des fragments obtenus s'élève pendant quelques heures, puis diminue peu à peu tout en restant supérieure à celle des tubercules intacts, même après trois semaines de culture.

Pour le tubercule de Topinambour, l'intensité respiratoire est plus élevée dans les tissus les plus internes. Il manifeste comme la Carotte une augmentation respiratoire lorsqu'on le fragmente et cette augmentation est d'autant plus accusée que les morceaux sont plus petits. Après un maximum, atteint vers le troisième jour qui suit le traumatisme, la respiration diminue lentement et demeure, ici encore, plus élevée que la respiration du tubercule intact, après quatre semaines de culture.

PROTISTOLOGIE. — *Sur la cuticule des Eugléniens et son appareil argyrophile.*
Note de M. **Marius Chadefaud** et M[lle] **Jacqueline Arlet**, présentée par M. Auguste Chevalier.

Nous avons étudié la cuticule des Eugléniens, et son appareil argyrophile, ou argyrome, chez les espèces suivantes : deux variétés d'*Euglena viridis* Ehr., *E. stellata* Mainx, *E. rubida* Mainx; une variété d'*E. mutabilis* Schmitz, *E. deses* Ehr.; une variété d'*E. gracilis* Klebs, *Phacus pyrum* (Ehr); un *Colacium* et *Peranema trichophorum* (Ehr). La technique mise en œuvre pour les imprégnations a été celle de Chatton et Lwoff (1930), déjà appliquée aux Eugléniens par Jirovec (1934) [1]. Nos résultats, sensiblement différents de ceux de ce dernier auteur, se résument ainsi :

1° Chez toutes les espèces étudiées, la cuticule est nettement striée. Les stries

---

(1) *Arch. f. Protistenkunde*, 81, 1934, pp. 195-200.

sont des fissures, ou du moins des séries de ponctuations linéaires, plus ou moins complètement réunies entre elles.

2° Les stries cuticulaires n'ont par elles-mêmes aucune argentaffinité, ou tout au plus une argentaffinité très faible. Mais elles contiennent des corps argyrophiles, ou argyrosomes, qui ont au contraire une argentaffinité élevée. C'est uniquement lorsque ces corps sont détruits par une mauvaise technique que leur argentaffinité se communique aux stries elles-mêmes, dans lesquelles leur substance se répand.

3° Les argyrosomes ont la forme de fuseaux, de bâtonnets ou de perles. Ils sont d'inégale grosseur. Dans certains cas ils sont très espacés. D'autres fois ils sont au contraire tellement rapprochés qu'ils constituent des chapelets, ou même qu'ils se fusionnent entre eux pour former des cordons continus, plus ou moins longs. Cela dépend des espèces et même, pour chaque individu, des stries considérées, certaines pouvant être très chargées d'argyrosomes, tandis que les autres en sont pratiquement dépourvues.

4° Les argyrosomes existent même chez les espèces dépourvues de corps mucifères, et ne peuvent donc être assimilés à ces derniers. Toutefois il y a entre corps mucifères et argyrosomes une relation évidente, comme si les premiers dépendaient des seconds. Ainsi, chez *E. stellata*, on ne trouve d'argyrosomes dans les stries cuticulaires qu'au niveau de petites plages, plus ou moins complètement séparées, dont le nombre et la disposition coïncident exactement avec ceux des fuseaux mucifères. De même, chez *E. rubida* et l'une des variétés étudiées d'*E. viridis*, une strie sur quatre seulement est fortement chargée d'argyrosomes, et c'est aussi à cette strie que sont rattachés la plupart, ou la totalité, des corps mucifères.

5° En général, dans nos préparations, chaque individu est entouré d'une gaine mucilagineuse, à contours très nets, excrétée sous l'action des réactifs. Comme cette gaine existe même chez les espèces dépourvues de corps mucifères (*E. deses*), et qu'elle est parfois peu développée chez d'autres, où les corps mucifères sont au contraire nombreux (*E. rubida*) on voit que sa production, à l'encontre de ce qui est souvent admis, n'est pas liée à la présence de ces corps, dont le nom est donc critiquable. Par contre, il paraît certain que le mucilage est excrété par les stries cuticulaires. Chez *E. gracilis*, et bien plus nettement encore chez *E. deses*, il est en effet traversé de fibrilles ou de lamelles qui partent de ces stries. Sur ces fibrilles se voient parfois des argyrosomes, entraînés passivement lors de leur émission, mais elles n'ont par elles-mêmes, pas plus d'ailleurs que le reste du mucilage, aucune argentaffinifé, de sorte que le rôle exact des argyrosomes pour la production de la gaine mucilagineuse demeure difficile à préciser.

6° A l'avant du corps, les stries cuticulaires se jettent dans l'entonnoir buccal, auquel fait suite la fosse vestibulaire. La paroi de cet entonnoir est,

elle aussi, pourvue d'un argyrome, dont le développement est d'ailleurs très variable selon les espèces, et même selon les individus.

Ainsi, chez *E. gracilis*, nous trouvons seulement un cercle d'argyrosomes granuleux autour de l'orifice buccal.

Chez *E. deses*, la paroi de l'entonnoir est garnie d'argyrosomes fusiformes, disposés en séries légèrement hélicoïdales, qui correspondent sans doute à des stries, et tout à fait semblables à ceux de la cuticule proprement dite.

Chez *E. viridis*, *E. stellata*, *E. rubida*, *Phacus pyrum* et *Colacium*, les argyrosomes de l'entonnoir buccal sont plus ou moins complètement fusionnés entre eux, de façon à constituer un entonnoir argyrophile.

Enfin, chez *Phacus pyrum*, la lèvre dorsale de cet entonnoir est garnie d'une masse argyrophile en forme de croissant, à laquelle aboutissent la plupart des stries, et qui se ramifie dans celles-ci.

A ces données sur les Eugléniens, nous ajouterons qu'un argyrome assez semblable s'observe chez les Desmidiées (*Micrasterias* et *Cosmarium*), où chaque pore mucifère de la paroi cellulaire est garni intérieurement d'un argyrosome typique.

MICROBIOLOGIE. — *Étude du mécanisme de l'agglutination microbienne.* Note de M. **Max Viscontini**, présentée par M. Jacques Duclaux.

J. Bordet [1] a émis l'hypothèse que l'agglutination spécifique d'un microbe, en présence du sérum d'un animal immunisé contre ce même microbe, était un phénomène qui trouvait sa place et son explication dans le cadre des lois de la chimie colloïdale. On a admis, après lui, que l'agglutination était due tout simplement à la diminution de la charge électrique de la surface microbienne sous l'effet des électrolytes. D'ailleurs les travaux de J. H. Northrop et de P. K. de Kruif [2] semblaient confirmer cette théorie. Ces auteurs avaient mesuré la charge électrique des bactéries à l'aide de l'électrophorèse et avaient conclu que l'agglutination spécifique se produisait effectivement par perte de charge électrique sous l'influence des électrolytes ; elle ne se produirait pas dans les mêmes conditions en présence de sérum ordinaire parce que les forces de cohésion seraient diminuées.

Les résultats obtenus par Northrop et de Kruif sont sujets à critique, car ces auteurs ont utilisé la méthode d'électrophorèse basée sur les calculs de Smoluchowski et d'Ellis, méthode inexacte comme j'ai pu le démontrer.

J'ai donc repris l'étude de l'agglutination microbienne en effectuant l'électro-

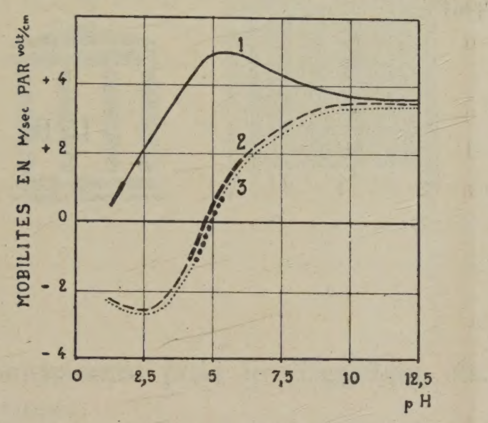
---

(1) *Traité de l'immunité dans les maladies infectieuses, Paris,* 1939, p. 335.

(2) *J. of Gen. Physiol,* 4, 1921-22, pp. 639 et 655.

phorèse dans les tubes capillaires que j'ai décrits dans des Notes précédentes (³). Les expériences ont porté sur des suspensions de *Salmonella typhimurium* et de *Salmonella paratyphi* A dans des solutions de chlorure de sodium à diverses concentrations et dans des solutions tampon d'acétate de sodium. Chaque série d'expériences comportait une suspension microbienne pure, une suspension microbienne en présence de sérum d'animal immunisé contre le microbe, à une concentration bien déterminée, et enfin une suspension microbienne en présence de sérum d'animal de même espèce non immunisé, à la même concentration.

Les résultats donnés par ces expériences et reproduits dans les courbes ci-dessous permettent de confirmer les lois relatives à l'adsorption des protéines



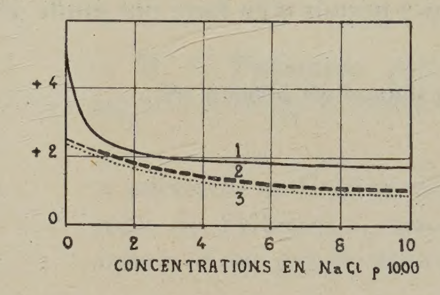
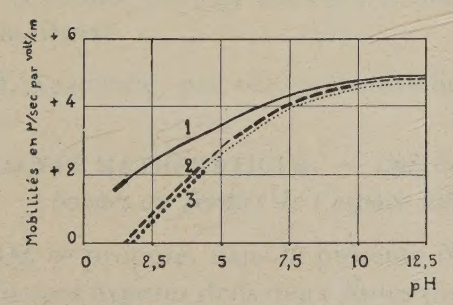


Fig. 1. — Expériences sur *S. typhymurium*.

Courbes 1, suspension microbienne pure; courbes 2, suspension + sérum d'animal immunisé; courbes 3, suspension + sérum d'animal de même espèce non immunisé. Les traits forts représentent les domaines d'agglutination.



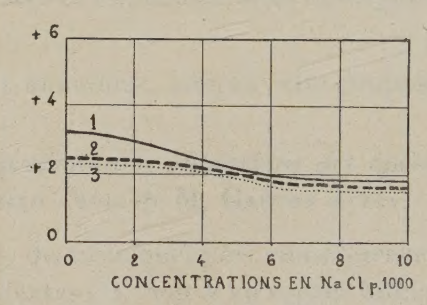


Fig. 2. — Expériences identiques sur *S. paratyphymurium* A.

déjà énoncées par Northrop et de Kruif. Mais ils permettent de montrer aussi que, contrairement à ce que concluaient ces auteurs :

1° les émulsions microbiennes suivent les lois colloïdales générales des particules en suspension, aussi bien en ce qui concerne l'adsorption des électrolytes qu'en ce qui concerne la floculation consécutive à une diminution de leur

(³) *Comptes rendus*, **219**, 1944, pp. 92 et 161.

charge électrique, et ceci sans intervention de variations dans les *forces de cohésion*;

2° l'agglutination en présence du sérum d'un animal immunisé est un phénomène absolument indépendant de ces lois physicochimiques. Elle peut se produire alors que les charges électriques portées par les microbes sont telles que des émulsions microbiennes normales devraient se conserver dans un état de stabilité parfaite.

Ces courbes montrent en effet que le domaine de l'agglutination physicochimique chevauche le domaine de l'agglutination spécifique dans le cas de *S. typhi murium*, et qu'il est malaisé de les différencier, mais que par contre ces deux domaines sont nettement distincts dans le cas de *Salmonella paratyphi* A, ce qui a permis d'en faire une étude détaillée.

La séance est levée à 17^h.

L. B.